MÉTHODE D'ASSEMBLAGE DE FAISCEAUX ÉLECTRIQUES (DVD-56F)

Below is a copy of the French narration for the DVD-FR56C video. The contents for this script were developed by a review group of industry experts and were based on the best available knowledge at the time of development.

「 IPC – Association Connecting Electronics Industries. All Rights Reserved.

Depuis l'invention de l'ampoule électrique, les humains ont toujours été fascinés par les objets fonctionnant à l'électricité. Les produits électroniques sont partout. Ils sont devenus essentiels dans notre travail, nos loisirs, et même dans les situations d'urgence.

Voyons l'intérieur d'un produit électronique. Voici le bloc d'alimentation. Tous les produits électroniques sont munis d'un système d'alimentation. Voici les cartes de circuits imprimés. La carte de circuits imprimés sert à interconnecter les composantes électroniques. Ces cartes commandent les différentes fonctions incorporées dans notre produit. En outre, presque tous les produits électroniques possèdent un type de faisceau électrique.

Ce faisceau électrique interconnecte les signaux électroniques et l'alimentation des différentes parties du système. Par exemple, les fils réunis dans ce faisceau servent à connecter les commutateurs du panneau avant à cette carte de circuits imprimés. En d'autres termes, le faisceau électrique agit comme connecteur entre la source et la destination. Sans cette interface, notre produit électronique ne fonctionnerait tout simplement pas.

Ce film vidéo présente une vue d'ensemble des méthodes d'assemblage des faisceaux électriques. Tout d'abord, nous vous décrirons les matériaux et la documentation nécessaires pour fabriquer un faisceau électrique. Puis nous expliquerons la séquence normale de positionnement des fils et comment faire les terminaisons. Nous parlerons également des critères servant à assurer la qualité et la fiabilité du faisceau électrique assemblé. Enfin, nous discuterons des problèmes de livraison et nous vous montrerons comment le faisceau électrique est installé sur le produit électrique ou électronique.

Les faisceaux électriques consistent en deux fils ou plus groupés ensemble. Ces fils sont disposés de façon à ce qu'ils puissent être placés dans le dispositif. Les fils sont normalement de longueurs variées pour leur permettre de quitter le faisceau à différents emplacements du châssis. Les deux types de fils qui se retrouvent habituellement dans un faisceau sont soit des fils d'alimentation ou des fils de signaux. Les fils d'alimentation transportent le voltage fournis par le bloc d'alimentation. Ils distribuent la puissance utile dans le produit électronique. Les fils de signaux sont généralement plus petits que les fils d'alimentation. Ils transportent les signaux de plus faible voltage qui commandent les fonctions du dispositif.

Voyons maintenant certains des éléments clés qui font partie d'un faisceau électrique. Nous venons de parler des fils. Ces fils électriques peuvent être de différents calibres – ou encore être des câbles coaxiaux, des câbles RF, des fils torsadés blindés ou de la fibre optique, selon l'usage auquel ils sont destinés. Différents matériaux peuvent servir à leur isolation, notamment le téflon, le caoutchouc et le pvc. De plus, l'isolation se présente en différentes couleurs – solides ou rayées. La couleur des fils est en fonction d'un code de couleurs permettant de les identifier aisément, facilitant ainsi leur raccordement.

Les fils peuvent être liés ensemble à l'aide d'attaches en plastique. Ces attaches maintiennent la forme du faisceau. Elles permettent également aux fils individuels de quitter le faisceau à leur point de connexion

désigné. Il existe d'autres méthodes usuelles servant à attacher les fils – par exemple l'utilisation de la gaine-spirale ou de la ficelle de laçage.

Les faisceaux électriques nécessitent habituellement une terminaison quelconque. Voici quelques modèles de terminaison. Ici des connecteurs. Celles-ci sont des cosses. Ici des terminaux perforées. Et des contacts sertis. La terminaison utilisée est choisie en fonction de la conception de l'équipement et de l'utilisation des faisceaux électriques.

La dernière composante du faisceau électrique est l'étiquette d'identification. Les étiquettes servent à identifier l'assemblage et les fils. L'étiquette d'identification de l'assemblage comprend le numéro de faisceau du client et le niveau de révision, un code de date ou toute autre information permettant d'identifier la traçabilité de fabrication du faisceau. L'étiquette d'identification des fils indique la provenance et la destination de ceux-ci.

Maintenant que vous avez vu les composantes d'un faisceau électrique, examinons les divers types de documentation à utiliser pour l'assemblage. Chaque faisceau a un dessin d'assemblage qui lui est propre – y compris une liste de pièces – et, si nécessaire, un schéma. Les renseignements schématiques peuvent prendre la forme d'un diagramme électrique ou d'une liste de fils. Le dessin d'assemblage illustre l'aspect physique du faisceau. Ce document précise le calibre, la longueur et la couleur de chaque fil à utiliser, ainsi que le type de terminaison. Il indique également le déploiement physique des fils individuels – c'est-à-dire où se rend chaque fil.

En outre, votre entreprise a peut-être un ensemble de procédures et/ou de directives de travail pour chaque étape du procédé. Cette information peut inclure des instructions étape par étape pour assembler le faisceau; la configuration du connecteur; l'outil spécifique à utiliser; et toutes les précautions à prendre. Le but de toute cette documentation est d'assurer la qualité et l'uniformité – peu importe quel opérateur assemble le produit. Arrêtons-nous un instant et passons en revue ce que nous venons de voir.

Nous verrons maintenant une séquence type d'assemblage d'un faisceau électrique. La première étape est de précouper et dénuder les fils. Les directives pour couper et dénuder les fils sont habituellement données dans une liste de coupe ou fiche de préparation. On peut également les retrouver dans les diagrammes électriques, les dessins de faisceau ou la fiche de suivi de production. Par exemple, cette liste de coupe indique « fil rose à 7 brins de calibre 22 ». Comme vous le voyez, les notes précisent de couper deux fils à 7 pouces et demi, deux à 8 pouces et demi et deux à 15 pouces et demi. De plus, les extrémités « A » du fil sont dénudées sur un quart de pouce et les extrémités « B » sont dénudées sur trois seizièmes de pouce.

Pour les applications à volume élevé, la plupart des entreprises se servent d'une machine automatisée pour couper et dénuder les fils à partir d'un rouleau. Vous devrez entrer les données sur le calibre du fil, la longueur, les longueurs à dénuder et le nombre de fils requis. Maintenant appuyez sur le bouton Démarrer. Le rouleau tire sur le fil et coupe la première extrémité à ras. Puis il repousse le fil et le dénude. Le fil avance, est coupé à la bonne longueur, puis recule de nouveau pour être dénudé à l'autre extrémité. À ce point, vérifiez la longueur de la coupe et des parties dénudées, et assurez-vous que les brins ne sont pas endommagés. Ce processus est répété pour le nombre de fils spécifié. Les paramètres des prochains fils à précouper et à dénuder peuvent alors être entrés.

Pour l'assemblage de faibles volumes ou pour un prototype, les fils sont coupés et dénudés à la main. Ce travail est habituellement effectué dans la zone d'assemblage des faisceaux. Choisissez d'abord le bon type de fil. Mesurez soigneusement la longueur du fil et coupez-le à l'aide d'un outil de coupe approuvé.

Il existe plusieurs façons de dénuder manuellement un fil isolé. La méthode la plus sécuritaire consiste à utiliser un dénudeur thermique. Ce dénudeur fait fondre ou amollit l'isolant. Utilisez vos doigts pour

tordre et détacher l’isolant dans la direction où pointe le fil. N’utilisez pas le dénudeur pour arracher l’isolant car vous risqueriez d’endommager le fil. N’utilisez jamais un dénudeur thermique lorsque l’isolant est en PVC. Le PVC émet des gaz nocifs lorsqu’il fond. Si vous n’êtes pas certain que l’isolant est en PVC, posez la question.

Des dénudeurs mécaniques peuvent aussi être utilisés pour enlever l’isolant des fils. Le fil doit être positionné dans le trou de bon diamètre à la bonne longueur. Fermez les poignées de l’outil, l’isolant sera coupé en tirant pour séparer le fil et l’outil. Assurez-vous que le fil n’a pas été coupé ou endommagé.

Lorsque tous les fils requis pour le faisceau ont été coupés et dénudés, les extrémités dénudées qui seront soudées doivent être étamées. La couche d’étain protège le fil si celui-ci doit être plié – et elle améliore la soudabilité. Les fils à terminaisons serties ne devraient pas être étamés. Après l’application du flux, le fil peut être étamé de plusieurs façons. Vous pouvez passer le fil sur le bout d’un fer à souder recouvert de soudure; passer le bout d’un fer à souder recouvert de soudure sur un fil stationnaire, ou immerger le fil dans un pot de soudure. Assurez-vous que le flux ne coule pas sous l’isolant. Les résidus de flux peuvent causer de la corrosion et un mauvais fonctionnement.

Les étiquettes d’identification du faisceau électrique sont produites pendant que tout ce travail préliminaire a lieu. Ces étiquettes ont pour but d’identifier le produit – et de retracer l’historique de production en cas de problèmes ultérieurs. D’autres étiquettes nécessaires, notamment pour identifier les fils et les connecteurs, sont également imprimées à ce moment-ci.

Maintenant que les fils étant précoupés, dénudés, étamés et les étiquettes étant imprimées – nous sommes prêts à assembler le faisceau électrique. Nous devons d’abord donner aux fils la forme du faisceau. Ceci est réalisé en positionnant chaque fil exactement tel qu’indiqué dans la documentation d’assemblage. Ce processus est facile quand l’assemblage du faisceau électrique est relativement simple.

Lorsque le faisceau contient de nombreux fils et que le déploiement est assez complexe, un gabarit ou un panneau de formage peut être créé pour simplifier le travail. Le panneau de formage reproduit physiquement le dessin d’assemblage, exactement à l’échelle. Ce panneau indique la méthode physique pour acheminer possiblement des centaines de fils – en respectant précisément le dessin d’assemblage. Assurez-vous que le panneau de formage reflète la plus récente version du dessin.

Il peut également exister des directives de travail spéciales donnant les séquences exactes pour placer et acheminer les fils individuels dans le faisceau. Il est important de suivre précisément toutes les directives d’assemblage.

Lorsque la structure physique du faisceau est formée, les extrémités des fils doivent être connectées aux terminaisons indiquées dans la documentation d’assemblage. Par exemple, un bloc de branchement peut recevoir plusieurs fils qui seront soudés à des terminaux perforés. Certains fils pourront être sertis dans les barillet des cosses. Ces cosses seront éventuellement vissées sur des composantes comme des condensateurs, ou sur des mises à la terre à l’intérieur du système. Les fils peuvent aussi être sertis sur des contacts qui seront par la suite insérés dans un connecteur à contact multiple. Ceci peut être effectué de différentes façons, avant ou pendant l’assemblage. Le connecteur situé au bout du faisceau électrique peut alors être relié à un connecteur de la carte de circuits imprimés.

Il existe un large éventail de terminaisons disponibles. La terminaison utilisée et le mode de connexion dépendent de l’utilisation prévue du faisceau. Chaque fils et sa terminaison spécifique seront décrits dans la documentation d’assemblage.

Les fils d'un faisceau peuvent aussi être connectés à des composantes électroniques, notamment les condensateurs, commutateurs et afficheurs à diodes électro-luminescentes. Les fils du faisceau seront soit sertis ou soudés – et parfois sertis et soudés. Une explication plus détaillée des outils, des techniques adéquates et des méthodes d'évaluation des connections serties et soudées sera présentée plus tard dans cette vidéo. Ce qui importe pour l'instant est de vous donner une idée générale de ce que représente l'assemblage d'un faisceau électrique. Notez que certains fils ne comportent pas de terminaison – et peuvent être soudés directement à une composante du châssis du système. Par exemple, ces fils peuvent être soudés à des terminaux de la carte de circuits imprimés. Certaines situations exigent également que les connecteurs soient d'abord connectées à des fils sertis. Puis les fils sont positionnés et formés en faisceau.

Une fois le faisceau formé et les terminaisons connectées, nous sommes prêts pour la dernière étape – attacher les fils. Des attaches de plastique sont installées manuellement ou à l'aide d'un pistolet manuel. Les attaches sont serrées autour des fils et les bouts sont coupés. Le pistolet d'attaches doit être réglé au bon niveau de serrage. Si l'attache est trop serrée, elle risque d'endommager les fils. Si elle est trop lâche, elle ne retient pas le faisceau de manière sécuritaire. La position des attaches est indiquée dans la documentation d'assemblage. Des pistolets automatiques peuvent aussi être utilisés. Voici notre faisceau électrique complété. Passons maintenant en revue l'information que nous venons de voir.

Étudions maintenant plus en détail le sertissage d'un terminal sur le fil dénudé. Un certain nombre d'outils peuvent servir au sertissage. Certains sont électriques alors que d'autres sont manuels. Votre documentation devrait préciser quel outil utiliser pour chaque type de sertissage.

Les outils de sertissage électriques peuvent être affectés à une opération spécifique – en utilisant des têtes ou matrices interchangeables. Ils peuvent être commandés par une pompe à pied, ou encore être entièrement automatisés grâce à une pompe électrique. Les outils de sertissage manuels comportent des matrices qui font partie de l'outil lui-même ou des matrices interchangeables.

Sur tous ces outils, la partie qui réalise le sertissage consiste en un nid qui retient le barillet du terminal à sertir – et une matrice qui effectue le sertissage lui-même. Les outils de sertissage sont étalonnés en fonction de la taille du barillet et du fil à sertir. Jetons un coup d'œil au fonctionnement d'un sertisseur électrique. Les terminaisons se présentent sous forme de ruban enroulé. Le ruban avance jusqu'au sertisseur, où un applicateur prend le terminal et le positionne dans le nid du sertisseur. L'opérateur place alors le fil dénudé dans le barillet du terminal. Lorsque le fil est en position, la machine est actionnée et le barillet est automatiquement serti sur le fil. Les sertisseurs électriques plus sophistiqués peuvent dénuder et sertir le fil en même temps.

Maintenant voyons comment fonctionne un outil de sertissage manuel pour un terminal à barillet fermé. En premier lieu, le barillet est chargé dans le nid du sertisseur. Puis l'outil est partiellement refermé autour du barillet afin de maintenir le terminal en place. Le fil dénudé est alors placé dans le barillet du terminal. Enfin, les poignées sont refermées de façon à compléter le sertissage.

Voici le sertissage recommandé pour cette cosse. L'indentation du barillet est bien formée et correctement positionnée. L'impression dans l'isolant du fil est bien formée et lui fournit un support adéquat sans l'écraser. De plus, l'extrémité des brins doivent dépasser du barillet serti, et ce d'une distance acceptable minimale et maximale, donc en fonction des normes de travail de votre entreprise. Sachez aussi que chaque fabricant de terminaux a ses propres spécifications concernant la qualité du sertissage.

Voyons pourquoi un sertissage pourrait être rejeté. Dans ce cas, l'indentation du barillet ne recouvre que partiellement le barillet de la cosse. Cela signifie que la cosse n'était pas complètement insérée dans les

mâchoires de l'outil. Cela indique que les mâchoires de sertissage utilisées étaient incorrectes ou qu'une pression insuffisante a été exercée.

Dans ce cas, la pression sur l'isolant du fil ne suffit pas à assurer une bonne prise sur l'isolant. Inversement, cet isolant a été écrasé par une pression trop forte.

En outre, le sertissage peut être rejeté lorsque les brins dépassent du barillet serti au-delà des limites prévues par les normes de travail de votre entreprise.

Il existe plusieurs et différents types de sertissage. Votre entreprise précisera lequel utiliser et vous fournira les outils appropriés. Vous apprendrez également à les utiliser. On vous remettra aussi les normes de travail pour que vous puissiez comprendre les critères régissant les sertissages recommandés, acceptables et à rejeter. Arrêtons-nous un instant et passons en revue ce que nous venons de voir.

Maintenant voyons de plus près comment souder les connexions du faisceau électrique. On utilisera un fer à souder manuel avec pointes interchangeables. Il existe des pointes coniques et des pointes ciseau. Les pointes coniques sont rondes et les pointes ciseau sont plates. Le choix de la pointe dépend de la quantité de chaleur requise pour souder la connexion. Par exemple, le bout plat de la pointe ciseau transfère la chaleur plus rapidement et plus efficacement étant donné sa grande taille et le contact mécanique accru. Lorsque la masse de la terminaison est petite, on peut utiliser une pointe conique.

Peu importe la pointe utilisée, la première étape consiste à l'étamer. Ceci réduira la formation d'oxydes ou de contamination sur la pointe elle-même. L'oxydation agit comme barrière ou isolant, de sorte qu'elle ralentit le transfert de chaleur. L'étamage de la pointe avec de la soudure permettra aussi de transférer la chaleur plus rapidement de la pointe à la connexion. L'étamage de la pointe est important du point de vue du contrôle de la qualité. Il garantit que la pointe de fer à souder est bien mouillée et prête à l'utilisation. Le mouillage signifie que la soudure s'écoule librement et épouse la forme de la pointe.

Avant de commencer à souder, il importe de nettoyer le fer à souder. Une éponge propre et humide doit toujours être utilisée pour nettoyer la pointe à fond. N'utilisez jamais une brosse métallique pour nettoyer ou gratter la pointe, car vous risqueriez d'éclabousser de la soudure chaude dans le visage, sur les mains ou les vêtements d'une autre personne. Une brosse métallique peut aussi endommager la pointe du fer à souder en grattant le revêtement métallique de la surface.

Et quand vous avez fini de souder, recouvrez toujours la pointe d'une couche fraîche de soudure. L'étamage protège la pointe et lui permet de durer plus longtemps.

Voyons maintenant la méthode recommandée pour souder un fil du faisceau à une borne typique. L'opération consiste en quatre étapes de base. Tout d'abord, le fer doit être mis en contact avec le fil et la borne à l'endroit où la masse thermique est la plus importante. Il s'agit du « point de contact ». La soudure est ajoutée au point de contact afin de créer un pont thermique. Le but de ce pont thermique est de transférer la chaleur plus rapidement à tous les métaux à souder. D'autre soudure est alors appliquée de l'autre côté pour former le filet de soudure nécessaire. Lorsque la bonne quantité de soudure est appliquée, retirez le fer. Le fer doit être retiré dans le même angle qu'il avait été posé sur le joint. Voyons toute l'opération encore une fois – en temps réel.

Savez-vous comment déterminer la bonne quantité de soudure? Que recherchez-vous quand vous inspectez un joint de soudure? Enlevons d'abord le flux pour examiner le joint. Les exigences de nettoyage sont les mêmes que pour n'importe quelle autre soudure manuelle. Certaines entreprises utilisent un flux sans résidu ou ne nécessitant aucun nettoyage, ce qui élimine cette étape. D'autres types de flux peuvent causer de la corrosion.

Ces résidus devront être enlevés. Il est important de respecter les spécifications du fabricant quant à la température de la soudure et aux exigences de nettoyage. Votre entreprise vous fournira un solvant de nettoyage et son mode d'emploi. C'est elle qui prendra la décision de nettoyer ou non en fonction des exigences du client en ce qui a trait à la fiabilité ou tout simplement à l'aspect cosmétique.

Une fois le flux nettoyé, nous vérifierons que la soudure est bien biseautée – que tous les éléments du joint sont bien mouillés. Le mouillage est la formation d'un film de soudure lisse et continu jusqu'au métal de base. Cette zone est aussi appelée « filet de soudure ». Lorsque le joint de soudure est adéquat, le filet de soudure est légèrement concave, ou courbée vers l'intérieur.

Lorsqu'il n'y a pas assez de soudure, le joint risque de ne pas avoir une résistance mécanique acceptable. Le joint risque de se fendiller si le fil bouge. Lorsqu'il y a trop de soudure, le filet de soudure est convexe et le profil du fil sera noyé dans l'excès de soudure. Une soudure excessive peut aussi cacher des défauts à l'intérieur de la connexion.

Il est important que la soudure soit faite de façon à ce que chaque joint puisse être inspecté visuellement. Faire une soudure vérifiable signifie que vous pouvez toujours voir le profil des fils individuels dans le joint. Lorsqu'une soudure excessive est évidente, le profil des fils peut ne pas être visible et vous ne pouvez donc pas vérifier si le fil est endommagé. Pour de plus amples renseignements sur la soudure manuelle des terminaux, consultez la vidéo IPC VT-14. Arrêtons-nous encore une fois et passons en revue ce que nous venons de voir.

Dans cette dernière section de la vidéo, nous parlerons des lignes directrices de l'assurance de la qualité. Nous verrons également les questions d'expédition et de quelle manière le faisceau électrique est installé dans le produit pour lequel il a été conçu.

L'assurance de la qualité, ou AQ, est essentielle à la fabrication de faisceaux électriques fiables. On se sert de l'AQ pour vérifier que le client reçoit bien ce qu'il a commandé.

L'assemblage d'un faisceau électrique exige une combinaison de nombreuses opérations spécialisées et l'installation de plusieurs équipements différents. Dans le but d'assurer la mise en place des outils appropriés, de la documentation, des processus nécessaires et la formation adéquate des opérateurs, des inspections en cours de production sont effectuées dans la plupart des entreprises.

Au moment de configurer la production, des échantillons des pièces peuvent être fabriqués. La production ne peut démarrer avant qu'un inspecteur d'assurance de la qualité ait vérifié la hauteur et la forme du sertissage des échantillons de pièces, et que celles-ci aient subi avec succès un test de traction. D'autres inspections de procédés sont effectuées en cours de production. Entre autres, on vérifiera la longueur et le dénudage des fils, ainsi que le sertissage et la qualité des joints de soudure.

Les faisceaux électriques complétés subiront une inspection visuelle finale afin de vérifier la disposition et les connexions. En outre, un test électrique vérifie la présence de circuits ouverts ou de courts-circuits, ainsi que le positionnement adéquat des fils. Le test électrique vérifie également la continuité d'un point à un autre.

Après les tests et l'inspection finale, les faisceaux électriques sont prêts à être livrés. Des directives d'expédition spécifiques s'appliqueront à chaque type de faisceau électrique. Par exemple, la plupart des faisceaux sont emballés dans des sacs de polyéthylène. Un nombre précis de ces sacs seront disposés dans une boîte. Il est important d'ajouter dans la boîte un matériau d'emballage qui empêchera les pièces de bouger.

Une liste de colisage doit indiquer les numéros de pièces, le numéro du bon de commande, une description du matériel, le nombre de pièces expédiées et la date d'expédition. La clé du succès de toute expédition est une manutention soigneuse de tous les matériaux et un souci du détail.

Lorsque le faisceau électrique est reçu par le client, il peut être installé et connecté dans le châssis du produit électronique. L'installation peut inclure la disposition du faisceau dans le châssis; la connexion des terminaisons aux cartes de circuits imprimés, aux composantes et aux emplacements spécifiques; et la soudure des fils le cas échéant. L'installation d'un faisceau électrique peut être très simple ou extrêmement compliquée, selon la complexité du faisceau lui-même.

Ce programme vous a donné une vue d'ensemble du processus d'assemblage des faisceaux électriques. Nous vous avons présenté les outils, les matériaux et la documentation nécessaires à l'assemblage des faisceaux. Puis nous avons vu ce que comprend la production d'un faisceau électrique typique – y compris les détails des opérations de sertissage et de soudure. En conclusion, nous avons parlé d'assurance de la qualité, des standards d'expédition et de l'installation des faisceaux électriques dans les produits auxquels ils sont destinés.

La qualité de la connexion d'un seul fil dans un faisceau électrique peut affecter l'opération de tout le système électronique. Un souci attentif du détail contribuera à vous assurer que les produits de votre entreprise seront fiable et fonctionneront correctement.